

10 J 182
(10 J 171)
(10 A 74)
(10 S 111)

特 許 公 報
特 許 公 報

特 許 出 願 公 告
昭 42-12348
公 告 昭 42. 7.13
(全 4 頁)

圧延面に 1 1 1 面が発達した冷間成形用深絞り性冷延鋼板の製造法

特 願 昭 39-59254
出 願 日 昭 39. 10. 17
発 明 者 清水峯男
北九州市八幡区大字槻田 1 3 2 0
の 1 8
同 河原田実
北九州市戸畑区小芝町 1 の 2 の 1
同 柴田政明
北九州市八幡区天神町 2 の 6 の 2
出 願 人 八幡製鉄株式会社
東京都千代田区丸の内 1 の 1
代 表 者 稲山嘉寛
代 理 人 弁理士 矢野明

図面の簡単な説明

図は本発明のチタン添加鋼と、アルミキルド鋼および燐添加鋼とを塑性歪比 (R 値) に関して比較したものである。

発明の詳細な説明

本発明は極めて苛酷なプレス加工にたえられる圧延面に 1 1 1 面が良く発達した極低炭素冷延鋼板に関するものである。

一般に薄鋼板のプレス加工性は厳密には深絞り性と張出し性に区別して考えねばならない。しかもこの両特性値間には必ずしも直接的関係はなく、深絞り性は材料の結晶優先方位に強く依存することが明らかにされている。実際のプレス加工に際しては、曲げ成形要素は別として、多くの場合材料は深絞り形式、張出し形式または両者の複合形式のいずれかで成形されると考えてよい。したがって苛酷なプレス加工に供する材料としては絞り性、張出し性単独のみならず両者が同時にすぐれたものがもつとも望ましいことはいうまでもない。

絞り性はカップ絞り試験、コニカルカップ試験などのほか、基本的には引張り試験において板幅方向の塑性ひずみと板厚方向の塑性ひずみ比 (ラングフォードの R 値という。以下 R 値という) を求めることによつて判定される。また R 値の板面各方向の変動 (面内異方性) はプレス時の耳の発生に関係し、この異方性は小さいほどよい。

一方張出し性はエリクセン値、引張り試験における伸び、加工硬化指数、降伏点、降伏比などで判定することができ、張出し性には鋼中不純物、化学成分、析出物の大きさとその分布状況などが影響するものと考えられる。

深絞りには結晶方位が 1 1 1 またはそれに近いものが好ましく、燐またはアルミニウム (Al) が冷延鋼板に 1 1 1 面を発達させ、R 値を大きくする効果があることはよく知られているが、本発明者らは多くの実験研究の結果チタン (Ti) もまた結晶方位 1 1 1 面の発達に非常に効果がありしかも張出し性向上にも極めて有効な事を確認した。

鋼の珪瑯性を改善し、また歪時効性を改善して冷間加工性の経時劣化を防止するあるいは鋼の結晶粒を微細化して靱性を向上するために鋼に Ti が添加されることは良く知られている。

本発明は高い加工硬化指数、低い降伏点、低い降伏比と共に R 値が高くしかも R 値の異方性が極めて小さい特に深絞り性に優れた冷延鋼板の製造法を提供しようとするもので、化学成分 C: 0.001 ~ 0.040 %, Ti: (7 ~ 20) × C %, 残部鉄および不可避免の不純物よりなる鋼を通常の低炭素冷延鋼板製造工程で採用される条件、例えば 800℃ 以上の仕上り温度で熱延し、酸洗し次いで 30% 以上の圧下率で冷延し 600℃ ~ A.C. (910℃) 点で再結晶焼鈍することを特徴とする。この場合炭素量は上限の 0.040% 以上では鋼が硬くなり冷間加工性特に深絞り性の点で目的の材質が得られず、また下限の 0.001% 以下では非金属介在物の著しい増大と溶製上の困難がある。

本発明の目的において、特に炭素が 0.015% 以下の場合特に優ぐれた結果を得ることが出来る。

マンガン (Mn) は 0.60% 以上添加されると材質が硬化するので添加するならばこれ以下が良い。チタンは炭素量の 7 倍以上、2.0 倍以下としたが、この範囲以下の添加ではかえつて材質が急激に硬化し、また 1 1 1 面を圧延面に平行によく発達せしめる事が出来ず、R 値も低く、またこの範囲以上の添加では鋼の清浄度を劣化させ、しかもコスト高となる。その他の不純物は出来る限り低いことが望ましい。

従来から珪瑯性や歪時効性の改善のために鋼にチタンを添加する方法が用いられてきたが、深絞り性すなわち塑性歪比(R値)への影響に関する文献または情報はまったく発表されていない。しかも一般にチタン添加鋼板は珪瑯性と非時効性にはすぐれた性質を示すとはいえ材質は硬質であり、高度の深絞り加工にはまったくたえられなかつたものとされている。しかし本発明者らは、例えその詳細な理由はいまだ解明されていないとはいえ、C、Tiを上述の範囲に選び、以下に述べる方法で製造することによつてのみ、高いR値、低いR値の面内異方性、高い加工硬化指数、および低い降伏点と降伏比によつて特徴づけられるプレス加工性のすぐれた鋼板が得られることを知得した。即ちTiが鋼中に固溶分を生ずる程度に添加される時は固溶Tiは鋼の圧延面に111面を良く発達させ、R値の面内異方性を与える新規な作用のあることを見出した。

鋼の溶製は平炉、転炉、電気炉その他いかなる方法で行つてもよいが、溶製あるいは造塊過程において真空脱ガス装置を利用して鋼中の酸素量を低減した後にチタン添加を行えば有効なTiの歩留を向上させる上に一層効果的である。

熱間圧延は一般の薄板に準じて行うがR値を大きくするには熱延仕上温度780℃以上好ましくは800℃以上がよい。

冷間圧延はR値を大きくするためには圧下率30%以上、好ましくは40%以上で行う。これ以下の圧下率では結晶方位の整定が困難である。

再結晶焼鈍は普通の箱焼鈍法、オープンコイルによる普通焼鈍法、または連続焼鈍法のいずれでもよいが、特に本発明では再結晶焼鈍温度をたかめに維持することが出来るので、連続焼鈍法の採用によつてもたらされる利益は大きい。焼鈍温度は600℃以上、AC₈点以下の範囲とするがR値を大きくするためには好ましくは普通の箱焼鈍法、オープンコイルによる普通焼鈍法の場合650℃～850℃、連続焼鈍法の場合750℃～AC₈である。

実施例：

第1表に示すような本発明の範囲(B, E, F, H, I, J)、および比較のためにこの範囲をはずした(A, C, D, G, K)成分の鋼を2.3mmに熱延し(仕上圧延機出口温度850℃)これを0.8mmに冷延し、750℃で6時間の箱焼鈍を行つたものの機械的性質を第2、第3および第4表に示す。

これより明らかなごとく本発明のチタンを添加しないA試料および本発明の範囲をはずされたTi/C=2.6のC試料のR値は低い。Ti/Cが7倍以上の本発明の範囲B, E, F, H, I, J試料は良好なR値を持つ。なお本発明の範囲をはずれた炭素量の高いG試料とマンガン量の高いN試料とは引張強さが高く、またR値もやや低い。

前述のごとく、アルミニウムや磷は結晶本位111面を発達させ、R値を大きくするのに効果があることは知られており、本発明のチタン添加鋼と、これらのアルミキルド鋼および磷添加鋼とをR値に関して比較すれば第1図のようになる。この3者のうちではアルミキルド鋼のR値がもつとも低く、しかも特に45°方向のR値が低いので深絞りに際し耳を発生し易い。また磷添加鋼はR値は高いが周知のように磷はフェライト硬化元素で、引張試験の伸び率、エリクセン値などで示される張出し性を著しく低下させる欠点がある。これに反し本発明のチタン添加鋼板はR値が高いのみならず、伸び率、加工硬化指数、エリクセン値など極めて高く、また降伏点も著しく低いという長所がある。

降伏点が低く、しかも降伏比の小さいことはプレス時のスプリングバックが少なくプレス部品の寸法精度の向上にも極めて有効である。

以上の本発明によるチタン添加鋼板は勿論非時効性であり、また上述のごとく、絞り性、張出し性共にすぐれ、プレス加工用として極めて優秀な材料である。

第 1 表

符号	C (%)	Ti (%)	Ti/C (%)	Mn (%)
A	0.005	(添加せず)	—	0.05
B	0.005	0.049	9.8	0.05
C	0.012	0.031	2.6	0.05
D	0.012	0.062	5.2	0.06
E	0.013	0.110	8.5	0.05
F	0.010	0.193	19.3	0.05
G	0.072	0.69	9.6	0.07
H	0.015	0.14	9.3	0.04
I	0.014	0.11	7.9	0.16
J	0.017	0.13	7.7	0.31
K	0.022	0.18	8.2	0.65

第 2 表

符号	降伏点 (kg/mm^2)	引張強さ (kg/mm^2)	降伏比 (%)	伸び (%)	加工硬化 指数
A	21.7	29.7	73.1	44	0.240
B	13.1	32.3	40.6	47	0.248
C	32.5	38.4	84.6	43	0.220
D	13.2	32.0	41.3	45	0.257
E	14.1	32.3	44.7	48	0.268
F	17.9	34.6	51.8	42	0.218
G	20.2	42.5	47.6	38	0.223
H	12.8	31.8	41.2	48	0.269
I	13.4	33.0	40.6	47	0.262
J	14.9	33.6	44.3	47	0.255
K	18.6	36.5	51.2	43	0.232

第 3 表

符号	塑性ひずみ比 (R値)			
	R_0	R_{45}	R_{90}	\bar{R}
A	0.82	1.03	1.30	1.05
B	1.43	1.92	2.25	1.88
C	1.12	1.04	1.43	1.16
D	1.42	1.36	1.63	1.44
E	1.57	1.91	2.27	1.92
F	1.35	1.72	1.90	1.67
G	1.09	1.25	1.40	1.24
H	1.57	1.99	2.15	1.93
I	1.43	1.87	2.09	1.82
J	1.44	1.75	2.10	1.76
K	1.24	1.62	1.78	1.57

註) R_0 : 圧延方向の塑性ひずみ比
 R_{45} : 圧延方向から45°方向の塑性ひずみ比
 R_{90} : 圧延方向から直角方向の塑性ひずみ比
 $\bar{R} = (R_0 + 2R_{45} + R_{90}) / 4$

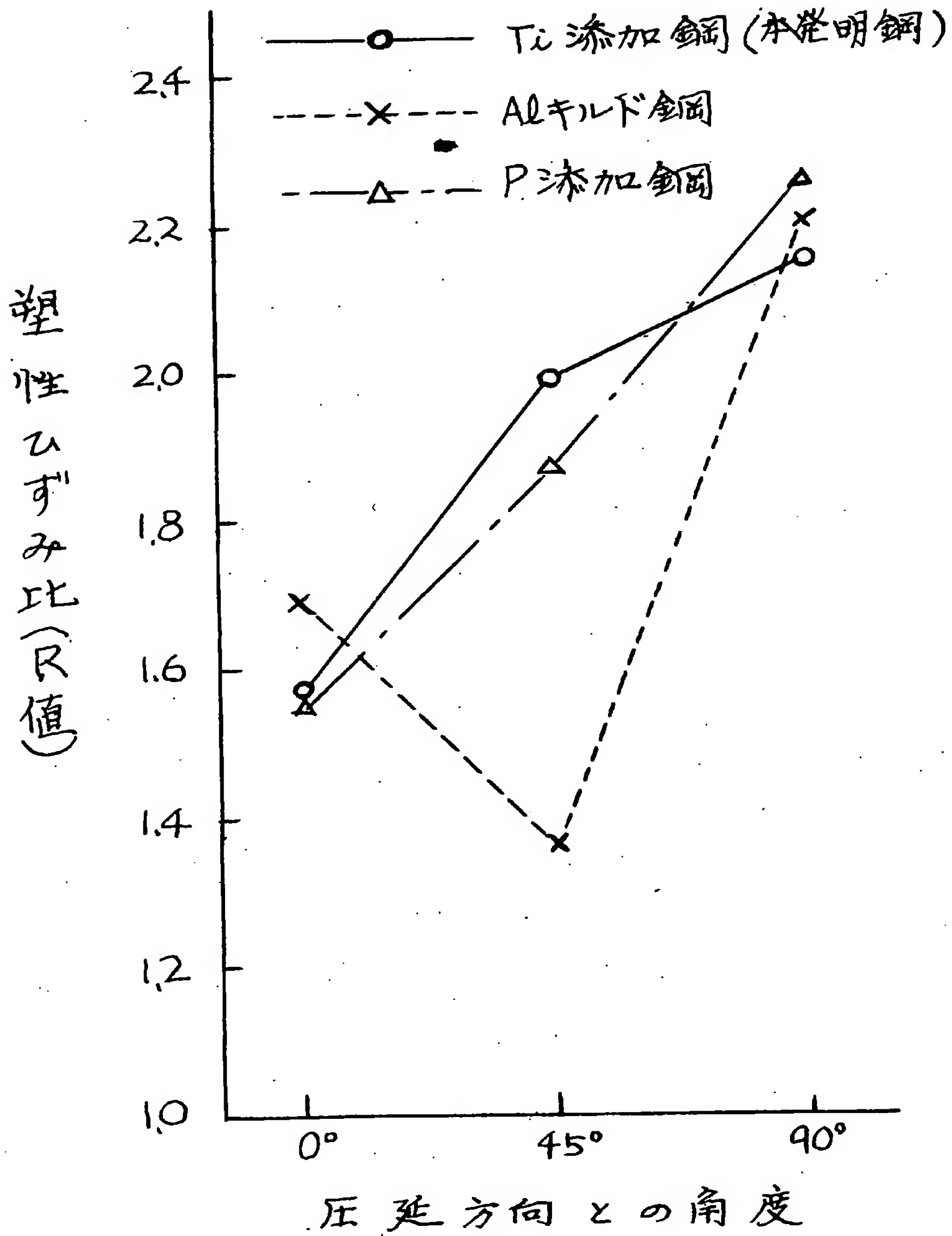
第 4 表

符号	コニカルカップ値 (mm)	エリクセン値 (mm)	時効指数 (kg/mm^2)
A	38.4	10.0	3.8
B	36.9	11.4	—0.1
C	38.1	10.2	2.1
D	37.8	11.6	0.0
E	35.5	11.7	—0.1
F	37.2	10.6	0.1
G	38.3	10.6	0.0
H	35.7	11.7	—0.1
I	35.9	11.2	0.0
J	36.8	11.0	0.0
K	38.0	10.5	0.0

特許請求の範囲

1 炭素(C) : 0.001~0.04%、マンガン(Mn) : 0.01~0.60%、チタン(Ti) : 上記炭素(C)に対し $(Ti/C) = 7 \sim 20$ 、残部鉄および不可避免の不純物よりなる鋼を780℃以上で熱延し、酸洗し、次いで30%以上冷延後、600℃~AC₈点の範囲で111面を圧延面に発達せしめるに十分な時間再結晶焼鈍することを特徴とする111面が圧延面に平行に強く発達した冷間成形用深絞り性冷延鋼板の製造法。

第1図



昭和39年特許願第59254号の明細書（特公昭42-12348号、昭42.7.13発行の特許公報2-1933号掲載）は異議申立による補正に基いてその公報を下記のとおり訂正する。

—特許第571164号—

10 J 182
(10 J 171)
(10 A 74)
(10 S 111)

記

圧延面に(111)面が発達した冷間成形用絞り性
冷延鋼板の製造法

図面の簡単な説明

本発明のチタン添加鋼と、アルミキルド鋼および磷添加鋼とを塑性歪比(R値)に関して比較したものである。

発明の詳細な説明

本発明は極めて苛酷なプレス加工にたえられる圧延面に(111)面が良く発達した極低炭素冷延鋼板に関するものである。

一般に薄鋼板のプレス加工性は厳密には深絞り性と張出し性に区別して考えねばならない。しかもこの両特性値間には必ずしも直接的関係はなく、深絞り性は材料の結晶優先方位に強く依存することが明らかにされている。実際のプレス加工に際しては、曲げ成形要素は別として、多くの場合材料は深絞り形式、張出し形式または両者の複合形式のいずれかで成形されると考えてよい。したがって苛酷なプレス加工に供する材料としては絞り性、張出し性単独のみならず両者が同時にすぐれたものをもつとも望ましいことはいうまでもない。

絞り性はカップ絞り試験、コニカルカップ試験などのほか、基本的には引張り試験において板幅方向の塑性ひずみと板厚方向の塑性ひずみ比(ラングフォードのR値という。以下R値という)を求めることによつて判定される。またR値の板面各方向の変動(面内異方性)はプレス時の耳の発生に関係し、この異方性は小さいほどよい。

一方張出し性はエリクセン値、引張り試験における伸び、加工硬化指数、降伏点、降伏比などで判定することができ、張出し性には鋼中不純物、化学成分、析出物の大きさとその分布状況などが影響するものと考えられる。

深絞りには結晶方位が(111)またはそれに近いものが好ましく、磷またはアルミニウム(Al)が冷延鋼板に(111)面を発達させ、R値を大きくする効果があることはよく知られているが、本発明者らは多くの実験研究の結果チタン(Ti)もまた結晶方位(111)面の発達に非常に効果があり

しかも張出し性向上にも極めて有効な事を確認した。

鋼の珪瑯性を改善し、又歪時効性を改善して冷間加工性の経時劣化を防止する或いは鋼の結晶粒を微細化して靱性を向上するために鋼にTiが添加されることは良く知られている。

本発明は高い加工硬化指数、低い降伏点、低い降伏比と共にR値が高くしかもR値の異方性が極めて小さい特に深絞り性に優れた冷延鋼板の製造法を提供しようとするもので、化学成分C:0.001~0.015%、Ti:(7~20)×C%、残部鉄および不可避免の不純物よりなる鋼を通常の低炭素冷延鋼板製造工程で採用される条件、例えば800℃以上の仕上り温度で熱延し、酸洗し次いで30%以上の圧下率で冷延し600℃~Ac₃(910℃)点で再結晶焼鈍することを特徴とする。この場合炭素量は0.015%以上では鋼が硬くなる傾向にあり冷間加工性特に深絞り性の点で目的の材質が得られず、また下限の0.001%以下では非金属介在物の著しい増大と溶製上の困難がある。

本発明の目的において、炭素が0.015%以下の場合特に優ぐれた結果を得ることが出来る。

マンガン(Mn)は0.60%以上添加されると材質が硬化するので添加するならばこれ以下が良い。チタンは炭素量の7倍以上、20倍以下としたが、この範囲以下の添加ではかえつて材質が急激に硬化し、又(111)面を圧延面に平行によく発達せしめる事が出来ず、R値も低く、またこの範囲以上の添加では鋼の清浄度を劣化させ、しかもコスト高となる。その他の不純物は出来る限り低いことが望ましい。

従来から、珪瑯性や歪時効性の改善のために鋼にチタンを添加する方法が用いられてきたが、深絞り性すなわち塑性歪比(R値)への影響に関する文献又は情報はまったく発表されていない。しかも一般にチタン添加鋼板は珪瑯性と非時効性にはすぐれた性質を示すとはいえ材質は硬質であり、高度の深絞り加工にはまったくたえられなかつた

ものとされている。しかし本発明者らは、例えその詳細な理由はいまだ解明されていないとはいえ、O、Ti を上述の範囲に選び、以下に述べる方法で製造することによつてのみ、高いR値、少ないR値の面内異方性、高い加工硬化指数、および低い降伏点と降伏比によつて特徴づけられるプレス加工性のすぐれた鋼板が得られることを知得した。即ちTi が鋼中に固溶分を生ずる程度に添加される時は固溶Ti は鋼の圧延面に(111)面を良く発達させ、R値の面内異方性を与える新規な作用のあることを見出した。

鋼の溶製は平炉、転炉、電気炉その他いかなる方法で行つてもよいが、溶製或は造塊過程において真空脱ガス装置を利用して鋼中の酸素量を低減した後にチタン添加を行えば有効なTi の歩留を向上させる上に一層効果的である。

熱間圧延は一般の薄板に準じて行うがR値を大きくするには熱延仕上温度780℃以上好ましくは800℃以上がよい。

冷間圧延はR値を大きくするためには圧下率30%以上、好ましくは40%以上で行う。此れ以下の圧下率では結晶方位の整定が困難である。

再結晶焼鈍は普通の箱焼鈍法、オープンコイルによる普通焼鈍法、または連続焼鈍法のいずれでもよいが、特に本発明では再結晶焼鈍温度をたかめに維持することが出来るので、連続焼鈍法の採用によつてもたらされる利益は大きい。焼鈍温度は600℃以上、 Ac_3 点以下の範囲とするがR値を大きくするためには好ましくは普通の箱焼鈍法、オープンコイルによる普通焼鈍法の場合650℃～850℃、連続焼鈍法の場合750℃～ Ac_3 である。

実施例：

第1表に示すような本発明の範囲(B、E、F、H、I)、および比較のためにこの範囲をはずした(A、C、D、G、J)成分の鋼を2.3mmに熱延し(仕上圧延機出口温度850℃)これを0.8mmに冷延し、750℃で6時間の箱焼鈍を行つたものの機械的性質を第2、第3および第4表に示す。

これより明らかなごとく本発明のチタンを添加しないA試料及び本発明の範囲をはずれたTi/O=2.6のC試料のR値は低い、Ti/Oが7倍以上の本発明の範囲B、E、F、H、I試料は良好なR値を持つ。なお本発明の範囲をはずれた炭素量の高いG試料とマンガン量の高いN試料とは引張強さが高く、またR値もやや低い。

前述の如く、アルミニウムや磷は結晶方位(111)面を発達させ、R値を大きくするのに効果があることは知られており、本発明のチタン添加鋼と、これらのアルミキルド鋼および磷添加鋼とをR値に関して比較すれば第1図のようになる。この3者のうちではアルミキルド鋼のR値がもつとも低く、しかも特に45°方向のR値が低いので深絞り際に耳を発生し易い。また磷添加鋼はR値は高いが周知のように磷はフェライト硬化元素で、引張試験の伸び率、エリクセン値などで示される張出し性を著しく低下させる欠点がある。これに反し本発明のチタン添加鋼板はR値が高いのみならず、伸び率、加工硬化指数、エリクセン値など極めて高く、又降伏点も著しく低いという長所がある。

降伏点が低く、しかも降伏比の小さいことはプレス時のスプリングバックが少なくプレス部品の寸法精度の向上にも極めて有効である。

以上の本発明によるチタン添加鋼板は勿論非時効性であり、又上述の如く、絞り性、張出し性共にすぐれ、プレス加工用として極めて優秀な材料である。

第 1 表

符号	C (%)	Ti (%)	Ti / C	Mn (%)
A	0.005	(添加せず)	—	0.05
B	0.005	0.049	9.8	0.05
C	0.012	0.031	2.6	0.05
D	0.012	0.062	5.2	0.06
E	0.013	0.110	8.5	0.05
F	0.010	0.193	19.3	0.05
G	0.072	0.69	9.6	0.07
H	0.015	0.14	9.3	0.04
I	0.014	0.11	7.9	0.16
J	0.022	0.18	8.2	0.65

第 2 表

符号	降伏点 (kg/mm ²)	引張強さ (kg/mm ²)	降伏比 (%)	伸び (%)	加工硬化指数
A	21.7	29.7	73.1	44	0.240
B	13.1	32.3	40.6	47	0.248
C	32.5	38.4	84.6	43	0.220
D	13.2	32.0	41.3	45	0.257
E	14.1	32.3	44.7	48	0.268
F	17.9	34.6	51.8	42	0.238

G	20.2	42.5	47.6	38	0.223
H	12.8	31.8	41.2	48	0.269
I	13.4	33.0	40.6	47	0.262
J	18.6	36.5	51.2	43	0.232

第 3 表

符号	塑性ひずみ比 (R値)			
	R ₀	R ₄₅	R ₉₀	\bar{R}
A	0.82	1.03	1.30	1.05
B	1.43	1.92	2.25	1.88
C	1.12	1.04	1.43	1.16
D	1.42	1.36	1.63	1.44
E	1.57	1.91	2.27	1.92
F	1.35	1.72	1.90	1.67
G	1.09	1.25	1.40	1.24
H	1.57	1.99	2.15	1.93
I	1.43	1.87	2.09	1.82
J	1.24	1.62	1.78	1.57

註) R₀ : 圧延方向の塑性ひずみ比
R₄₅ : 圧延方向から 45° 方向の塑性ひずみ比
R₉₀ : 圧延方向から直角方向の塑性ひずみ比
 $\bar{R} = (R_0 + 2R_{45} + R_{90}) / 4$

第 4 表

符号	コニカルカップ値 (mm)	エリクセン値 (mm)	時効指数 (kg/mm ²)
A	38.4	10.0	3.8
B	36.9	11.4	-0.1
C	38.1	10.2	2.1
D	37.8	11.6	0.0
E	35.5	11.7	-0.1
F	37.2	10.6	0.1
G	38.3	10.6	0.0
H	35.7	11.7	-0.1
I	35.9	11.2	0.0
J	38.0	10.5	0.0

特許請求の範囲

1 炭素(C) : 0.001~0.015%、マンガン(Mn) : 0.01~0.60%、チタン(Ti) : 上記炭素(C)に対し(Ti/C) = 7~20、残部鉄および不可避免的不純物よりなる鋼を780℃以上で熱延し、酸洗し、次いで30%以上冷延後、600℃~A_{C3}点の範囲で(111)面を圧延面に発達せしめるに十分な時間再結晶焼鈍することを特徴とする(111)面が圧延面に平行に強く発達した冷間成形用深絞り性冷延鋼板の製造法。

